

Subsídios Técnicos para a Elaboração de Plano de Contingência: *Rhodococcus fascians*

Fotos: Olinda Maria Martins



Foto: Claudio Bezerra



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 315

Subsídios Técnicos para a Elaboração de Plano de Contingência: *Rhodococcus fascians*

Olinda Maria Martins
Bruna Eliza Gonçalves de Luccas
Maria do Desterro Mendes dos Santos

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Brasília, DF
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Endereço: Parque Estação Biológica – PqEB – Av. W5 Norte
Caixa Postal 02372 – Brasília, DF – Brasil – CEP: 70770-917
Fone: (61) 3448-4700 / Fax: (61) 3340-3624
Home page: <http://www.cenargen.embrapa.br/>
E-mail (sac): sac@cenargen.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Maria Isabela Lourenço Barbirato
Secretário-Executivo: Thales Lima Rocha
Membros: Daniela Aguiar de Souza Kols
 Lúgia Sardinha Fortes
 Lucas Machado de Souza
 Márcio Martinelli Sanches
 Rosameres Rocha Galvão
Suplentes: Ana Flávia do Nascimento Dias Côrtes
 João Batista Tavares da Silva

Revisão de texto: José Cesamildo Cruz Magalhães
Normalização bibliográfica: Rosameres Rocha Galvão
Editoração eletrônica: José Cesamildo Cruz Magalhães

1ª edição (online)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia

Martins, Olinda Maria

Subsídios técnicos para a elaboração de plano de contingência:
Rhodococcus fascians. Olinda Maria Martins, Bruna Eliza Gonçalves
de Luccas e Maria do Desterro Mendes dos Santos – Brasília, DF:
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2016.

60 p. : il. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa
Recursos Genéticos e Biotecnologia, 315).

1. Planta ornamental – Plano de contingência. 2. *Rhodococcus fascians*. I. Luccas, Bruna Eliza Gonçalves de. II. Santos, Maria do Desterro Mendes dos. III. Série.

635.9 – CDD 21

© Embrapa 2016

Sumário

Resumo.....	05
Abstract.....	07
Introdução.....	08
Plano-alvo.....	12
Objetivos.....	13
Planejamento das ações.....	14
Aplicação do plano.....	42
Comunicação de risco.....	45
Revisão do plano.....	47
Conclusões.....	48
Referências Bibliográficas.....	49
Anexos.....	58

Subsídios Técnicos para a Elaboração de Plano de Contingência: *Rhodococcus fascians*

Olinda Maria Martins¹

Bruna Eliza Gonçalves de Luccas²

Maria do Desterro Mendes dos Santos³

Resumo

Rhodococcus fascians infecta um grande círculo de hospedeiras, causando formação de galhas foliares, fasciação e inibição do crescimento de gemas, como resultado de alterações no balanço hormonal das plantas. Esta espécie é quarentenária para o Brasil e se encontra listada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento na Instrução Normativa Nº 41, de 1º de julho de 2008. Isso significa que este patógeno é disseminado em muitos países e pode estar presente, principalmente, em bulbos, flores de corte ou outras partes de plantas ornamentais importadas. O Brasil apresenta um aumento crescente no intercâmbio de produtos relacionados a plantas ornamentais com o mercado internacional, o que aumenta o risco de introdução e dispersão desta bactéria. Um plano de contingência é uma importante ferramenta para as atividades de proteção de plantas ou segurança biológica, especialmente quando se trata de ameaças ou risco por pragas quarentenárias ou espécies invasoras exóticas. O presente boletim resume alguns dados que servem como subsídios técnicos para a elaboração de um plano de contingência.

Termos para indexação: *Rhodococcus fascians*, plantas ornamentais, fasciação, galha foliar, síntese de hormônios, mitigação de risco, plano de contingência.

¹ Engenheira-agrônoma, Ph.D., Pesquisadora, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.

² Bióloga, Graduanda, Centro Universitário de Brasília – UniCEUB.

³ Bióloga, Doutora, Fundação de Apoio à Pesquisa – FUNAPE.

Technical Subsidies to Contingency Planning Elaboration: *Rhodococcus fascians*

Abstract

Rhodococcus fascians infects a wide range of plants, causing the formation of leafy galls and shoot growth inhibition, as resultant of the alteration of the hormone balances. This species has a quarantine status to Brazil, which is listed by the Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply in the IN No 41, July 1st, 2008. This means that it is a harmful organism which is known to occur in many countries, and can be present, mainly, in bulbs, cutting flowers, or other parts of imported ornamental plants. Concerning to ornamentals, Brazil presents an increase of the interchange of this section in the international market, which leads to the risk of introduction and spread of the bacterium. A contingency plan is an important tool in plant protection activities, especially when there are eminent threats of quarantine pests or invasive alien species. The present document summarizes some data, as technical subsidies for the elaboration of a contingency plan.

Index terms: *Rhodococcus fascians*, ornamental plants, fasciations, leafy gall, hormone synthesis, mitigation of risk, contingency plan.

Introdução

Rhodococcus fascians (TILFORD, 1936; GOODFELLOW, 1984) é uma bactéria Gram-positiva que afeta um vasto número de hospedeiras monocotiledôneas e dicotiledôneas, provocando alterações no processo de crescimento das plantas. A formação de galhas foliares, a proliferação de gemas e outras deformações em vários órgãos (Figura 2) resultam de alterações ocorridas no balanço hormonal das plantas (VANDEPUTE et al., 2005). Muitos estudos têm como objetivo conhecer as modificações bioquímicas relativas à fitopatogenicidade da bactéria e seus aspectos genéticos (PUTNAM; MILLER, 2007). A dificuldade de detecção do patógeno no interior de tecidos infectados sugere que a bactéria se concentra na parte externa das fasciações (BAKER 1950; LACEY, 1936b; GOETHALS et al., 2001).

Esta bactéria se localiza com frequência em cavidades e junções da parede celular da epiderme e, apesar de colonizar os estômatos, não há evidências de que estes são a porta de entrada para o início da infecção (GOETHALS et al., 2001). Segundo SIMÓN-MATEO et al. (2006), a bactéria quebra a dominância apical da planta e ativa o meristema axilar, induzindo genes da planta envolvidos no metabolismo de hormônios. No entanto, a vantagem seletiva da bactéria com a indução de deformações dos tecidos e órgãos da planta ainda permanece obscura (GOETHALS et al., 2001) e os processos de colonização dos tecidos e infecção ainda são objetos de estudos (CORNELIS et al., 2001).

No Brasil, bioensaios de indução de galhas em *Acacia mearnsii* foram conduzidos utilizando-se isolados de *R. fascians* importados da Universidade de Ghent, Bélgica (QUOIRIN et al., 2004).

Em muitos países, prejuízos são consideráveis para viveiristas que atuam no mercado de mudas, bulbos e outras formas comercializáveis de plantas ornamentais devido ao amplo círculo de hospedeiras da bactéria (Tabela 2).

No Brasil, onde a bactéria é inexistente, o agronegócio que envolve plantas ornamentais movimentou em 2012 US\$ 23,814.317 milhões com o mercado de produtos da floricultura para exportação e US\$ 41,939.533 milhões para importação (Tabela 1) (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014). A exportação de produtos da floricultura brasileira, em termos de valor, tem diminuído. Em 2013, os resultados das exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais confirmaram o ciclo de retração recentemente experimentado pela floricultura nacional, que decaiu 8,43% em relação ao total vendido ao exterior em 2012 e fechou o ano no valor global de US\$ 23,81 milhões. Esse fato reflete o contexto econômico e financeiro recessivo que prevalece nos principais mercados importadores mundiais (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014).

Rhodococcus fascians apresenta-se amplamente disseminada pelos Países Baixos, grandes exportadores de flores para o Brasil (Figura 1; Anexos – Tabelas 1 e 2) (EPPO, 2014). Existe risco potencial de introdução e dispersão dessa bactéria por meio de mudas e bulbos de plantas ornamentais. As ameaças devem ser consideradas, e medidas preventivas devem ser estabelecidas com rigor. O presente boletim apresenta subsídios técnicos para a elaboração de um plano de contingência a ser aplicado em caso de introdução da bactéria no território brasileiro.

O plano de contingência deve levar em consideração dois fatores importantes: a justificativa técnica e a administrativa, inseridas em três etapas distintas de elaboração, as quais são o planejamento preliminar, o planejamento das ações propriamente dito e a operacionalização das ações do plano, que é a mitigação de risco.

Na justificativa técnica, as questões de quarentena, incluindo os aspectos da bionomia da praga e da avaliação de risco, considerando a probabilidade de introdução, dispersão e as consequências ambientais, sociais e econômicas, devem ser fornecidas pela comunidade científica, de modo a subsidiar a justificativa administrativa de implantar medidas fitossanitárias para a praga, objeto de estudo do plano de contingência

(STEEGHS, 2005; PHELOUNG, 2005).

Em relação à justificativa administrativa, as ações de proteção fitossanitária, do manejo integrado de pragas e da diminuição de barreiras sanitárias envolvem toda a cadeia produtiva, sendo extremamente importante que cada elo desse processo participe e coopere para melhorar o entendimento e a aplicação das medidas fitossanitárias propostas no plano de contingência.

É muito importante a comunicação de risco entre os órgãos oficiais e a sociedade. Entretanto, deve-se enfatizar que a adoção e a aplicação das medidas fitossanitárias propostas no plano de contingência são de autoridade exclusiva da Organização Nacional de Proteção Fitossanitária (ONPF). No Brasil, a ONPF está representada pelo Departamento de Sanidade Vegetal (DSV), subordinado à Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Entende-se por quarentena o isolamento de plantas por 40 dias, como período de incubação para o aparecimento e a detecção de sinais e/ou sintomas de doenças. Na verdade, este procedimento constitui apenas uma fração das diversas ações que podem ser utilizadas em um programa de exclusão de organismos indesejáveis (KAHAN, 1989). A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO (2006) define como quarentena vegetal todas as atividades designadas para prevenir a introdução e a dispersão de pragas quarentenárias ou que assegurem seus controles oficiais. Um plano de contingência deve fornecer dados suficientes para promover um adequado nível de proteção e assegurar a todos os envolvidos treinamentos adequados e recursos disponíveis para a sua execução, principalmente em situações de emergência, de modo a diminuir as incertezas. Segundo Oliveira (2007), para assegurar o nível adequado de proteção, o plano de contingência deve apresentar respostas às seguintes questões:

- O plano foi elaborado com base na categorização realista de risco, com foco na ameaça e no perigo fitossanitário proporcionais?
- Todas as informações pertinentes à mitigação de risco da praga foram abordadas?
- A mitigação de risco foi abordada de forma clara e passível de ser executada?
- A transferência de informações sobre a mitigação de risco da praga, apontadas no plano em termos de treinamentos, foi elaborada de forma clara e suficiente?
- O custo e o benefício do plano foram bem definidos?
- Há concordância de toda a cadeia produtiva para a execução do plano, tendo em vista o risco fitossanitário apontado?
- A ONPF concordou em assumir todas as responsabilidades do plano de acordo com o que foi proposto, designando as responsabilidades da execução das ações estratégicas apontadas?

Um plano de contingência deve apresentar um modelo padrão fácil de ser entendido dentro de sua complexidade, ser elaborado e designado pela ONPF, permitindo a sua execução independentemente da região, apesar da variação do tamanho e do conteúdo, os quais devem ser compatíveis com o risco e a área a ser protegida. Devem-se evitar informações complexas e difíceis de serem entendidas, principalmente em situações de alto risco emergencial. Este deve ser sempre atualizado, tanto em termos de conteúdo de informações como em relação aos endereços de todos os envolvidos na operacionalização das ações. Deve-se considerar que pode haver conflito de interesses entre os diversos segmentos da cadeia produtiva, dos órgãos ambientais e da saúde pública. Entretanto, se o plano for construído de forma realística e economicamente passível de ser executado, deverá prevalecer o bom senso quanto aos benefícios de sua aplicação em uma situação emergencial de alto risco que poderá levar a consequências desastrosas do ponto de vista econômico e ao meio ambiente.

Tabela 1. Balança comercial brasileira para produtos da floricultura^{1,2} (valores em US\$ FOB) (2012).

Mês	Exportação	Importação	Saldo	Corrente de Comércio
Janeiro	1.819.715	3.239.912	-1.420.197	5.059.627
Fevereiro	1.555.281	2.353.839	-798.558	3.909.120
Março	1.110.553	2.980.458	-1.869.905	4.091.011
Abril	1.492.589	4.041.171	-2.548.582	5.533.760
Maio	2.467.746	6.124.209	-3.656.463	8.591.955
Junho	2.513.000	5.319.514	-2.806.514	7.832.514
Julho	4.153.793	2.803.702	1.350.091	6.957.495
Agosto	4.145.540	2.347.551	1.797.989	6.493.091
Setembro	1.022.857	2.778.806	-1.755.949	3.801.663
Outubro	1.066.778	2.849.092	-1.782.314	3.915.870
Novembro	1.116.538	3.595.345	-2.478.807	4.711.883
Dezembro	1.349.927	3.505.934	-2.156.007	4.855.861
Total	23.814.317	41.939.533	-18.125.216	65.753.850

Fonte: Hórtica Consultoria e Treinamento, a partir de dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – Secretaria de Comércio Exterior – ALICE. (http://www.hortica.com.br/artigos/2014/2013_Comercio_Exterior_Floricultura.pdf)

¹ Não inclui árvores, arbustos, silvados de frutos comestíveis, mudas de cana-de-açúcar, de café e de videira e micélios de cogumelos.

² Inclui exportações via DSE – Declaração Simplificada de Exportações, além das realizadas via RE – Registro de Exportação.

Plano-alvo

Os subsídios técnicos ao plano de contingência para *R. fascians* foram elaborados porque esta praga consta da Instrução Normativa (IN) No 41, de 01 de julho de 2008 (BRASIL, 2008) e porque apresenta alto risco para o setor produtivo. Esta bactéria pode ser transmitida por meio de sementes e mudas. Ela é capaz de sobreviver no solo e em plantas hospedeiras infectadas, podendo, ainda, ocorrer em cultivos

protegidos e, em condições favoráveis de temperatura e elevada umidade, no campo. As principais hospedeiras de *R. fascians* são as plantas ornamentais, como cravo (*Dianthus* spp.), dália (*Dahlia* spp.), gladiolo (*Gladiolus* spp.), lírio (*Lilium* spp.), verbascum (*Verbascum* spp.) e gerânio (*Pelargonium* spp.). Estas hospedeiras são amplamente comercializadas e introduzidas por intercâmbio no Brasil. É importante ressaltar que a bactéria já foi relatada na América do Sul (Colômbia) (CABI, 2016). O Plano teve, ainda, a intenção de fornecer subsídios técnicos e apoiar na delegação de responsabilidades no âmbito da legislação oficial.

Objetivos

Objetivos gerais

- Fornecer subsídios técnicos a programas governamentais integrados de planejamento preliminar, de avaliação e mitigação de risco e de implementação das ações para erradicação, contenção ou supressão de *R. fascians*, categorizada como de alto risco para o sistema produtivo agrícola e o meio ambiente.
- Auxiliar para que as ações a serem tomadas sejam compreensíveis, consistentes e executáveis operacionalmente, de acordo com o manejo de risco, de modo a conter, suprimir ou erradicar *R. fascians*.
- Integrar a justificativa técnica e a ação administrativa no âmbito da autoridade oficial, de modo a envolver todas as cadeias produtivas que podem ser afetadas por *R. fascians*.

Objetivos específicos

- Assegurar que *R. fascians* não seja introduzida nas áreas de produção agrícola.
- Identificar, por meio da busca científica, as ações a serem desenvolvidas para evitar a introdução e dispersão de *R. fascians*.
- Assegurar a erradicação de *R. fascians*, caso ela seja introduzida

em uma área, ou a adoção de ações emergenciais no surgimento da interceptação da bactéria durante a introdução de uma “commodity”.

- Adotar ações emergenciais caso seja descoberto um foco de infestação ou um surto de *R. fascians*.

Planejamento das ações

Após a verificação de que as incertezas envolvendo as ameaças e os perigos causados por *R. fascians* podem se concretizar, caso ela escape do controle oficial ou seja introduzida em uma nova área, é necessário que informações técnicas sobre a praga sejam fornecidas e que a avaliação de risco seja elaborada, de modo a subsidiar o manejo de risco e operacionalizar o plano de contingência. Foram considerados os seguintes critérios:

Coleta de informações da praga: ficha bionômica

Identificação

Rhodococcus fascians (Tilford 1936) Goodfellow 1984b) =
Corynebacterium fascians (Tilford 1936) Dowson 1942

Taxonomia (GÜRTLER et al., 2004; PUTNAM; MILLER, 2007)

Reino: Bactéria (Monera)

Filo: Actinobacteria

Ordem: Actinomycetales

Subordem: Corynebacterineae

Família: Nocardiaceae

Gênero: *Rhodococcus*

Espécie: *Rhodococcus fascians* (Tilford 1936) Goodfellow 1984)

Nomes vulgares (JANSE, 2006)

Fasciação

Fasciation

Gale foliare

Maladie de chou-fleur

Verbänderung Stewart's Krankheit

Bakteriellen welkenkrankheit der Mais

Sinonímia (BRADBURY, 1986)

Phytomonas fascians (Tilford, 1936)

Bacterium fascians (Tilford, 1936; Lacey, 1939)

Corynebacterium fascians (Tilford, 1936; Dowson, 1942)

Pseudobacterium fascians (Tilford, 1936; Krasil'nikov, 1949)

Fitopatogenicidade

Existe interação de *R. fascians* com inúmeras hospedeiras, que resulta na indução de deformações das folhas, na formação de múltiplas brotações (ou “vassoura-de-bruxa”), até o sintoma mais conhecido, como a galha foliar (VEREECKE et al., 2000). Estudos têm sido realizados para elucidar os mecanismos da planta que, na presença da bactéria, causam deformações (GALIS et al., 2005). Segundo Vereecke et al. (2002), a formação de galhas foliares tem como causa a secreção de moléculas sinalizadoras que interferem no balanço hormonal da hospedeira. No entanto, a vantagem seletiva da bactéria na interação com a hospedeira permanece obscura (VEREECKE et al., 2002). Estudos anteriores indicaram que determinantes essenciais para a virulência estão localizados num plasmídeo linear pFi (CRESPI et al., 1992; VEREECKE, 1997; VEREECKE et al., 2000). Um dos genes do *locus faz* codifica uma isopentenil transferase (ipt), que está tipicamente envolvida na biossíntese de citocinina (VEREECKE et al., 2000).

Para elucidar o envolvimento molecular responsável pela infecção, utilizou-se como planta-teste a *Nicotiana tabacum*. Genes expressos diferentemente, tais como giberelina oxidase-2, P450 monooxygenase e prolina desidrogenase, puderam ser identificados para codificar uma

proteína associada com a senescência (SIMÓN-MATEO et al., 2006). A expressão diferencial desses três genes foi confirmada em plantas infectadas de *Arabidopsis thaliana* por meio da PCR quantitativa (SIMÓN-MATEO et al., 2006). Genes de virulência estão localizados no plasmídeo linear e têm sua expressão fortemente controlada (VEREECKE et al., 2002). Estes autores isolaram um gene que afetava a virulência a partir do cromossoma de um mutante. A mutação localizava-se no gene *vicA*, que codifica a síntese de malato e é funcional no ciclo de Krebs. O gene *vicA* é necessário para o crescimento da planta sintomática, mas desnecessário para o crescimento de tecidos em plantas não infectadas, indicando que a necessidade metabólica ou nutricional da planta muda durante a interação.

Primeiro relato da praga

A doença foi relatada inicialmente em ervilha-de-cheiro (“sweet pea” – *Lathyrus odoratus*) por Brown, em 1927, nos Estados Unidos. No entanto, a bactéria só foi descrita em 1936 por Tilford, com o nome de *Phytomonas fascians* (TILFORD, 1936; JANSE, 2006).

Bioecologia

Rhodococcus fascians é uma bactéria epífita, que cresce abundantemente nos meristemas apicais e causa fasciação nas partes florais e vegetativas das hospedeiras, além de sobreviver no solo e em plantas infectadas (BAKER, 1950; JANSE, 2006).

Aparentemente, a bactéria afeta somente o meristema das gemas e se multiplica ativamente nas células superficiais das galhas, provocando distúrbios no conteúdo normal de auxina (BAKER, 1950). Condições de umidade e temperatura são favoráveis ao desenvolvimento da bactéria e à destruição da auxina que provoca a formação de galhas foliares e o encurtamento dos internódios (BAKER, 1950). A bactéria apresenta uma temperatura ótima de crescimento entre 25 e 28°C, podendo, no entanto, crescer na faixa de 7 a 35°C (LACEY, 1936a). Existem

evidências sobre a transmissão da bactéria por meio de sementes de *Nasturtium*, sendo que, de 13 variedades diferentes indexadas em casa de vegetação, cinco apresentaram de 1 a 3% de sementes infectadas (BAKER, 1950). A transmissão por sementes foi comprovada ainda em ervilha-de-cheiro e *Schizanthus* (TILFORD, 1936; LACEY, 1939).

Habitat

Rhodococcus fascians é uma bactéria adaptada a diferentes ambientes naturais. Pode estar presente no solo ou em plantas hospedeiras cultivadas em ambiente protegido. Em condições favoráveis de temperatura e elevada umidade, pode ocorrer também no campo (BAKER, 1950).

Nicho Ecológico

Praga amplamente distribuída, particularmente abundante no solo (HOLT et al., 1994).

Dispersão

A bactéria é transmitida por sementes e pode permanecer em restos culturais. Porém, não sobrevive de forma livre por longos períodos no solo (MAUDE, 1996).

A transmissão pode ocorrer pelo transporte de solo, material de plantio ou ferramentas contaminadas, sendo que cortes ou ferimentos não são necessários para a penetração da bactéria na planta (JANSE, 2006).

Situação/Posição da praga

Praga quarentenária A1, de alerta máximo (BRASIL, 2008).

Distribuição geográfica

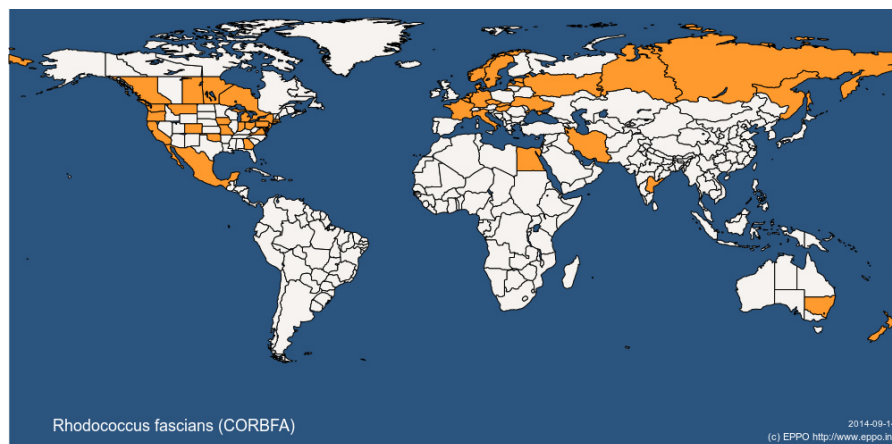


Figura 1. Distribuição geográfica da bactéria *Rhodococcus fascians*. **Europa:** Bélgica, República Tcheca, Dinamarca, Estônia, França, Alemanha, Hungria, Itália, Letônia, Holanda, Noruega, Rússia, Sibéria, Eslováquia, Suécia, Reino Unido, Ucrânia; **Ásia:** Índia (Andhra Pradesh), Irã; **África:** Egito; **América do Norte:** Canadá (British Columbia, Manitoba, Ontário, Saskatchewan), México, Estados Unidos (Califórnia, Colorado, Connecticut, Geórgia, Indiana, Iowa, Maryland, Massachusetts, Michigan, Missouri, Montana, Nova Jersey, Nova York, Ohio, Oklahoma, Oregon, Pensilvânia, Virgínia, Washington); **América Central:** Guatemala; **América do Sul:** Colômbia; **Oceania:** Austrália (New South Wales), Nova Zelândia; **Islândia:** não consta no mapa (BRADBURY, 1986; CABI, 2016; CÓRDOBA-SELLÉS et al., 2009; EPPO, 2014).

Plantas hospedeiras

Fasciações são deformações registradas em mais de 100 espécies de plantas (TANG; KNAP, 1998), afetando monocotiledôneas e dicotiledôneas (GOETHALS et al., 2001; PUTNAM; MILLER, 2007; MILLER; PUTNAM, 2010) (Tabela 1). Destacam-se como principais plantas hospedeiras: repolho (*Brassica* spp.), cravo (*Dianthus* spp.), dália (*Dahlia* spp.), gladiolo (*Gladiolus* spp.), lírio (*Lilium* spp.), verbascum (*Verbascum* spp.), gerânio (*Pelargonium* spp.) e ervilha-de-cheiro (*Lathyrus* spp.) (JANSE, 2006).

Tabela 2. Hospedeiras de *Rhodococcus fascians* (PUTNAM; MILLER, 2007).

Nome Científico	Família	Referência
<i>Acanthus mollis</i>	Acanthaceae	PUTNAM e MILLER, 2006
<i>Althaea rosea</i> = <i>Alcea rosea</i>	Malvaceae	LACEY, 1939
<i>Anthemis nobilis</i> =	Asteraceae	VERECKE et al., 2000
<i>Chamaemelum nobile</i>		
<i>Antirrhinum majus</i>	Scrophulariaceae	ELIA et al., 1984
<i>Apium graveolens</i>	Apiaceae	ULRYCHOVÁ e PETRÚ, 1983
<i>Arabidopsis thaliana</i>	Brassicaceae	VERECKE et al., 2000
<i>Argyranthemum</i> sp.	Asteraceae	*
<i>Artemisia annua</i>	Asteraceae	VERECKE et al., 2000
<i>Asparagus sprengeri</i> =	Liliaceae	LACEY, 1936b
<i>Asparagus aerholicus</i>		
<i>Áster x frikartii</i>	Asteraceae	LACEY, 1939
<i>Atropa belladonna</i>	Solanaceae	VERECKE et al., 2000
<i>Begonia x tuberhybrida</i>	Begoniaceae	HOOF et al., 1979
<i>Beloperone guttata</i> = <i>Justicia brandegeana</i>	Acanthaceae	ELIA et al., 1984
<i>Beta vulgaris</i>	Chenopodiaceae	LACEY, 1955
<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrytis</i>	Brassicaceae	MOORE, 1943
<i>Brodiaea laxa</i> = <i>Tritelsia laxa</i>	Liliaceae	MILLER et al., 1980
<i>Buddleja davidii</i>	Scrophulariaceae	PAPE, 1938
<i>Campanula</i> x 'Sarastro'	Campanulaceae	PUTNAM e MILLER, 2006
<i>Cardamine triloba</i> = <i>C. amara</i>	Brassicaceae	LACEY, 1939
<i>Carica</i> x <i>heilbornii</i> =	Caricaceae	PENNYCOOK, 1989
<i>Vasconcellea x heilbornii</i>		
<i>Carica pubescens</i> =	Caricaceae	PENNYCOOK, 1989
<i>Vasconcellea pubescens</i>		
<i>Catharanthus roseus</i>	Apocynaceae	VERECKE et al., 2000
<i>Chelranthus allionti</i> = <i>Erysimum x marshallii</i>	Brassicaceae	LACEY, 1939
<i>Chrysanthemum indicum</i>	Asteraceae	LACEY, 1939

Nome Científico	Família	Referência
<i>Chrysanthemum maximum</i> =	Asteraceae	LACEY, 1939
<i>Leucanthemum x superbum</i>		
<i>Chrysanthemum x morifolium</i>	Asteraceae	MILLER et al., 1980
<i>Chrysanthemum</i> sp.	Asteraceae	TILFORD, 1936
<i>Cichorium endivia crispa</i> =	Asteraceae	FAIVRE-AMIOT, 1967
<i>Cichorium endivia</i> subsp. <i>endivia</i>		
<i>Cichorium endivia latifolia</i> =	Asteraceae	FAIVRE-AMIOT, 1967
<i>Cichorium endivia</i> subsp. <i>endivia</i>		
<i>Cichorium intybus</i>	Asteraceae	JACOBS et al., 1965
<i>Cicer arietinum</i>	Fabaceae	JACOBS et al., 1965
<i>Cosmos atrosanguineus</i>	Asteraceae	PUTNAM e MILLER, 2006
<i>Crassula</i> sp.	Crassulaceae	LACEY, 1939
<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitaceae	FAIVRE-AMIOT, 1967
<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae	FAIVRE-AMIOT, 1967
<i>Dahlia</i> sp. A10]	Asteraceae	LACEY, 1939
<i>Dahlia variabilis</i> = <i>D. pinnata</i>	Asteraceae	ULRYCHOVÁ e PETRÚ, 1983
<i>Delphinium</i> sp.	Ranunculaceae	LACEY, 1939
<i>Dianthus barbatus</i>	Caryophyllaceae	LACEY, 1939
<i>Dianthus</i> sp. (provavelmente <i>D. caryophyllus</i>)	Caryophyllaceae	LACEY, 1936a
<i>Digitalis lanata</i>	Scrophulariaceae	VERECKE et al., 2000
<i>Erysimum asperum</i>	Brassicaceae	LACEY, 1939
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	Euphorbiaceae	MILLER et al., 1980
<i>Forsythia suspensa</i>	Oleaceae	LACEY, 1939
<i>Fragaria x ananassa</i>	Roseaceae	LACEY, 1936a
<i>Fragaria</i> sp.	Roseaceae	LACEY, 1939
<i>Fuchsia</i> sp.	Onagraceae	*
<i>Gaura lindheimeri</i>	Onagraceae	*
<i>Gladiolus</i> sp.	Iridaceae	LACEY, 1936b
<i>Gypsophila paniculata</i>	Caryophyllaceae	TILFORD, 1936
<i>Hebe andersonii</i>	Scrophulariaceae	MILLER et al., 1980
<i>Hebe elliptica</i>	Scrophulariaceae	COOKSEY e KEIM, 1983

Nome Científico	Família	Referência
<i>Hebe spectosa</i>	Scrophulariaceae	COOKSEY e KEIM, 1983
<i>Helianthus annuus</i>	Asteraceae	VEREECKE et al., 2000
<i>Heliopsis helianthoides</i>	Asteraceae	PUTNAM e MILLER, 2006
<i>Heuchera sanguinea</i>	Saxifragaceae	LACEY, 1936b
<i>Hosta</i> sp.	Liliaceae	PUTNAM e MILLER, 2006
<i>Iberis gibraltarica</i>	Brassicaceae	*
<i>Iberis sempervirens</i>	Brassicaceae	*
<i>Impatiens walleriana</i>	Balsaminaceae	COOKSEY e KEIM, 1983
<i>Ipomoea purpurea</i>	Convolvulaceae	FAIVRE-AMOT, 1967
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	Crassulaceae	MILLER et al., 1980
<i>Lactuca sativa</i>	Asteraceae	FAIVRE-AMOT, 1967
<i>Lathyrus odoratus</i>	Fabaceae	TILFORD, 1936
<i>Lavatera</i> sp.	Malvaceae	*
<i>Lilium longiflorum</i>	Liliaceae	ELIA et al., 1983
<i>Lilium regale</i>	Liliaceae	LACEY, 1939
<i>Lilium speciosum</i>	Liliaceae	MILLER et al., 1980
<i>Lycopersicon esculentum</i>	Solanaceae	FAIVRE-AMOT, 1967
<i>Mammillaria theresae</i>	Cactaceae	**
<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae	**
<i>Medicago truncatula</i>	Fabaceae	**
<i>Melilotus officinalis</i>	Fabaceae	HOOF et al., 1979
<i>Mesembryanthemum</i> sp.	Euphorbiaceae	ELIA et al., 1984
<i>Nemesia</i> sp.	Scrophulariaceae	PUTNAM e MILLER, 2006
<i>Nicotiana affinis</i> = <i>N. alata</i>	Solanaceae	FAIVRE-AMOT, 1967
<i>Nicotiana clevelandii</i>	Solanaceae	HOOF et al., 1979
<i>Nicotiana glutinosa</i>	Solanaceae	LACEY, 1936 b
<i>Nicotiana megalosiphon</i>	Solanaceae	HOOF et al., 1979
<i>Nicotiana plumbaginifolia</i>	Solanaceae	VEREECKE et al., 2000
<i>Nicotiana rustica</i>	Solanaceae	HOOF et al., 1979
<i>Nicotiana tabacum</i>	Solanaceae	TILFORD, 1936; CORDOBA-SÉLLES et al., 2009
<i>Nierembergia</i> sp.	Solanaceae	*

Nome Científico	Família	Referência
<i>Oenothera speciosa</i>	Onagraceae	*
<i>Papaver somniferum</i>	Papaveraceae	VEREECKE et al., 2000
<i>Pelargonium x hortorum</i>	Geraniaceae	SUNDIN e JACOBS, 1999
<i>Pelargonium zonale</i>	Geraniaceae	MILLER et al., 1980
<i>Pelargonium</i> sp.	Geraniaceae	TILFORD, 1936
<i>Petunia Mitchell MD 1</i>	Solanaceae	ELIA et al., 1983
<i>Petunia</i> sp.	Solanaceae	LACEY, 1939
<i>Phaseolus multiflorus</i> = <i>P. coccineus</i>	Fabaceae	LACEY, 1939
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae	LACEY, 1939
<i>Phlox</i> sp.	Polemoniaceae	ELIA et al., 1984
<i>Pisum sativum</i>	Fabaceae	TILFORD, 1936
<i>Populus tremula</i> x <i>P. alba</i>	Salicaceae	VEREECKE et al., 2000
<i>Pratia nummularia</i>	Campanulaceae	LIN et al., 2003
<i>Primula</i> sp.	Primulaceae	JACOBS et al., 1965
<i>Ricinus sanguineus</i>	Euphorbiaceae	FAIVRE-AMIOT, 1967
<i>Rubus idaeus</i>	Rosaceae	JONES et al., 1977
<i>Schizanthus grandiflora</i>	Solanaceae	LACEY, 1939
<i>Schizanthus pinnatus</i>	Solanaceae	LACEY, 1939
<i>Schizanthus retusus</i>	Solanaceae	LACEY, 1936*
<i>Sedum spurium</i> = <i>Phedimus spurius</i>	Crassulaceae	*
<i>Sesbania rostrata</i>	Fabaceae	VEREECKE et al., 2000
<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A. Braun	Rosaceae	MILLER e PUTNAM, 2010
<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae	LACEY, 1955
<i>Spinacia oleracea</i>	Chenopodiaceae	FAIVRE-AMIOT, 1967
<i>Tagetes erecta</i>	Asteraceae	FAIVRE-AMIOT, 1967
<i>Tagetes patula</i>	Asteraceae	FAIVRE-AMIOT, 1967
<i>Tiarella</i> sp.	Saxifragaceae	*
<i>Tropaeolum majus</i>	Tropaeolaceae	LACEY, 1939
<i>Tulipa gesneriana</i>	Liliaceae	ELIA et al., 1984
<i>Verbascum densiflorum</i>	Scrophulariaceae	LACEY, 1939
<i>Verbascum nigrum</i>	Scrophulariaceae	MILLER et al., 1980

Nome Científico	Família	Referência
<i>Verbascum</i> sp.	Scrophulariaceae	MOHANTY, 1951
<i>Verbascum</i> x “Sierra Sunset”	Scrophulariaceae	PUTNAM e MILLER, 2006
<i>Verbascum vernale</i>	Scrophulariaceae	PAPE, 1938
<i>Verbena</i> sp.	Verbenaceae	ELIA et al., 1984
<i>Veronica spicata</i>	Scrophulariaceae	PUTNAM e MILLER, 2006
<i>Vicia faba</i>	Fabaceae	LACEY, 1939
<i>Viola</i> sp.	Violaceae	*
<i>Zea mays</i>	Poaceae	VEREECKE et al., 2000

* Isolamentos e/ou inoculação por M. Putnam e M. Miller, dados não publicados.

** D. Vereecke, comunicação pessoal, segundo PUTNAM e MILLER, 2007.

Sintomas

Segundo Crespi et al. (1992), *R. fascians* causa fasciação em plantas e a infecção resulta em anomalias no crescimento, tais como a perda da dominância apical e o crescimento lateral de brotos que formam galhas (Figura 2). As anomalias causadas pela bactéria são similares às aquelas causadas por desordens no balanço hormonal das plantas e dependem do gênero, da espécie ou do cultivar afetado (PUTNAM; MILLER, 2007).

Em plantas infectadas naturalmente, os sintomas são proliferação de gemas na axila foliar ou na base do caule, brotações conhecidas como galhas foliares, engrossamento de folhas ou ramos (conhecido como fasciação), crescimento de massa amorfa adventícia nas nervuras, pecíolos ou margem das folhas, nanismo ou crescimento anormal de bulbos, formação de raízes adventícias e, em alguns casos, inibição do crescimento radicular (Figura 2). Os sintomas dependem, ainda, do estágio de crescimento da planta e da virulência da estirpe, que pode causar sintoma semelhante à “vassoura-de-bruxa”, caracterizada pela produção anormal de brotos (PUTNAM; MILLER, 2007).

Fotos A, B e C: Olinda Maria Martins

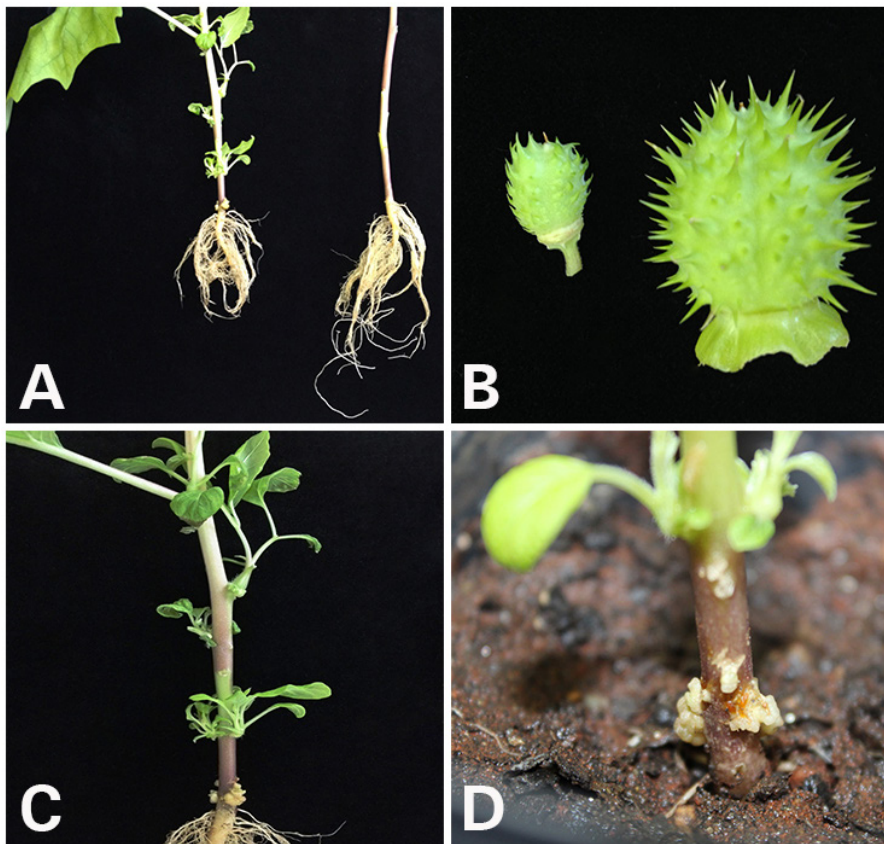


Foto D: Claudio Bezerra

Figura 2. Sintomas causados por *Rhodococcus fascians* em *Datura stramonium*, inoculada artificialmente com a estirpe de referência quarentenária EmbN85: (A) Redução de raízes da planta inoculada em comparação com a planta testemunha, inoculada com água; (B) Redução do tamanho do fruto; (C) Superbrotamento; e (D) Formação de galhas no coleto.

A presença de *R. fascians* nem sempre é suficiente para desencadear um processo de infecção, o que sugere a importância de fatores ambientais na interação patógeno-hospedeira (CORNELIS et al., 2001). A galha foliar é considerado o mais severo dos sintomas (VEREECKE et al., 2000). Os ramos originam-se de tecidos meristemáticos já existentes e em desenvolvimento (MANES et al., 2001). *R. fascians*

provoca a formação de galha foliar por meio da secreção de moléculas sinalizadoras que interferem no balanço hormonal da hospedeira. Verifica-se, também, perda da dominância apical nas plantas infectadas, e o crescimento de raízes e folhagens é severamente inibido nas plântulas (GOETHALS et al., 2001).

A fasciação causada pela bactéria é resultado da transmissão de um plasmídeo linear contendo um gene que sintetiza citocinina (CRESPI et al., 1992). Este hormônio tem a função de regulação e determina onde e quando as células da planta devem se proliferar (FOSKET, 1994). Existem diversos tipos de fasciação, sendo que a fasciação linear, com aparência achatada em forma de fita, é a mais comum. Existem estudos que relatam a ocorrência de fasciações bifurcadas, multiradiais e circulares (GENEVE, 1990).

Estádios afetados da planta

Pode afetar tanto plantas adultas como plântulas. *Rhodococcus fascians* multiplica-se na superfície apical das plantas (CORNELIS et al., 2001). O desenvolvimento de sintomas é consequência de múltiplos fatores relacionados à planta hospedeira, incluindo cultivar ou variedade, idade da planta, grau de virulência da estirpe e condições de cultivo (VEREECKE et al., 2000).

Econômico

Perdas ou redução na produção podem ser muito significativas para algumas plantas ornamentais (PUTNAM; MILLER, 2007). Nos anos 1950, na Califórnia, a produção de margaridas e de outras ornamentais foi severamente afetada pela bactéria (BAKER, 1950), que persistiu na mesma área por muitos anos (ODURO, 1975). Em algumas hospedeiras, o patógeno apresenta dificuldades de se estabelecer devido ao sistema de produção (PUTNAM; MILLER, 2007). Segundo Lacey (1939), a doença apresentou uma incidência de 5% em um viveiro de cravos, por um período de 10 a 12 anos. Em crisântemo, dependendo da cultivar, a incidência variou de 0,5 a 77,7% (PAPE,

1938; WILLIAMS, 1933, 1934). Surtos de *R. fascians* em espécies de plantas ornamentais como *Dahlia* e *Lilium* spp. podem causar sérios impactos financeiros (VAN DOORN, citado por CORNELIS et al., 2001).

Mais recentemente, Putnam e Miller (2007) detectaram sérias perdas em viveiros de ornamentais. Estimaram-se perdas de US\$ 1 milhão de dólares ao longo de um ano devido ao déficit de vendas, tentativas de replantio e tempo gasto para propagação e tentativa de manter flores que, posteriormente, tiveram de ser destruídas. Um viveiro apresentou perdas anuais de US\$ 394 milhões, enquanto outros tiveram suas mudas totalmente erradicadas. Apesar dos prejuízos registrados para grande número de hospedeiras, a praga apresentou menor importância econômica em material propagativo, devido à alternativa de tratamento com água quente (PUTNAM; MILLER, 2007).

Riscos fitossanitários

O potencial de dispersão e estabelecimento é alto devido ao amplo círculo de hospedeiras (PUTNAM; MILLER, 2007). Interceptações da praga não têm ocorrido no Brasil. Entretanto, ressalta-se que há necessidade de adoção de métodos avançados de diagnose e de técnicos treinados para a inspeção fitossanitária.

Métodos de detecção e identificação

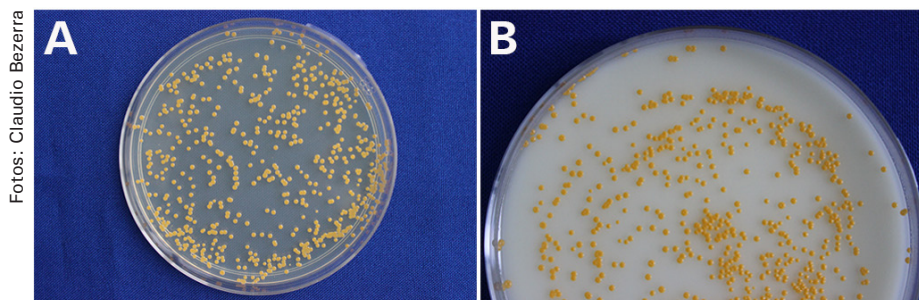
Isolamento utilizando-se meios semisseletivos

O material vegetal deve apresentar lesões jovens, e os isolamentos feitos a partir de tecidos da área externa afetada. Podem-se fazer pontuações com agulha nos tecidos infectados e, a seguir, tocar o meio de cultura sólido, ou fazer diluições seriadas a partir de macerados de tecidos infectados. O enriquecimento pode ser necessário, inoculando-se ervilhas ou outras hospedeiras com extrato cru infectado e, a seguir, isolar a bactéria a partir das novas plantas infectadas (DAVIS; VIDAVER, 2001).

Características morfológicas e fisiológicas

A célula bacteriana é um bastonete, aeróbica e Gram-positiva, que, após 18-24 h a 25°C de crescimento em meio de batata-dextrose-agar, apresenta 1,5 a 4,0 μm de comprimento e largura de 0,5 a 0,9 μm . Apresenta uma temperatura ótima para crescimento entre 24 e 28°C. Não apresenta motilidade em meio de cultura líquido nem a presença de flagelo ou a formação de cápsula em fases iniciais de crescimento (TILFORD, 1936). Colônias podem ser lisas, mucoides e de pigmentação amarela ou alaranjada (Figura 3, A e B) (HOLT et al., 1994).

Rhodococcus fascians é aeróbica (HOLT et al., 1994) e apresenta resultados negativos para testes de liquefação de gelatina e indol, e positivos para a redução de nitrato a nitrito, proteólise de leite, produção de H_2S (TILFORD, 1936). Utiliza as seguintes fontes de carbono: manose, ácido citracônico, ácido D-mandélico, espermina, L-asparagina e degrada tirosina (HOLT et al., 1994).



Fotos: Claudio Bezerra

Figura 3. Colônias de *Rhodococcus fascians* cultivadas em: (A) meio de cultura 523 e (B) Carbonato de Cálcio (YDC).

PCR

Protocolos

Stange et al. (1996) amplificaram o gene fas-1 (225 pb) para detecção

de estirpes virulentas de *R. fascians*, utilizando o seguinte par de *primers*:

JRERIGHT 5` CGGGATCCATATCGAACCGCCTC 3`

JRELEFT 3` GGGAATTCCGACCGTATCCAGT 5`

Galis et al. (2005) amplificaram genes de estirpes virulentas (gene *ipt*) e não virulentas (ausência de *ipt*). Os *primers* para amplificação do gene *fas5* (850 pb) foram:

fas5f 5` ATCAATGGGTGGCCGGTATG3`

fas5r 5` GCCTTCGTGGTGGGGTGAA 3`

Os *primers* utilizados para a amplificação do gene *ipt* (281 pb) foram:

iptf 5` AGACGCAAGCAAGGTTTGAT 3`

iptr 3` TTTTATCAGCCGGTCAAAG 5`

Dentre os protocolos citados, o de Stange et al. (1996) foi testado na Unidade de Bacteriologia do Laboratório de Quarentena Vegetal da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Um fragmento de DNA 225 pb foi amplificado conforme o esperado (Figura 4).

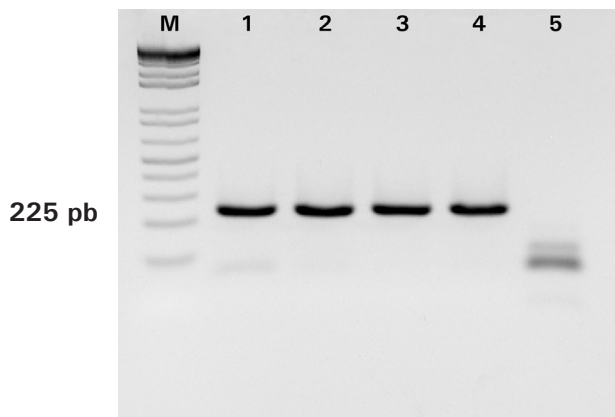


Figura 4. Amplificação do DNA genômico de *Rhodococcus fascians* utilizando-se os *primers* JRERIGHT e JRELEFT (STANGE et al., 1996). M: marcador 1 Kb Plus; 1-4: bandas registradas para a estirpe de referência quarentenária EmbN85; 5: controle negativo.

Prevenção e controle

Legislativo

Medidas preventivas para evitar a introdução e o estabelecimento de *R. fascians* no Brasil são definidas por legislação vigente estabelecida para pragas quarentenárias A1 (BRASIL, 2008).

Físico/mecânico

Plantio de mudas e bulbos sadios, higiene e desinfestação de solo e de substratos são maneiras de prevenir ou controlar doenças provocadas por *R. fascians* (JANSE, 2006). Tratamento com água quente (2 horas a 43°C) dos bulbos de *Lilium* spp. antes do plantio mostrou-se parcialmente efetivo (DIGAT, 1977; KRUYER; BOONTJES, 1982).

Sementes de *Nasturtium* infectadas foram embebidas em água fria para eliminar os espaços entre o fruto e a superfície da semente, antes do tratamento com água quente a 51,7°C por 30 minutos (BAKER, 1950). Plantas ornamentais submetidas a tratamento térmico a 51,7°C durante 30 minutos não sobreviveram (BAKER, 1950).

Resistência Genética

Algumas plantas ornamentais apresentam elevada resistência, mesmo quando cultivadas em locais de alta infestação. *Chrysanthemum morifolium* e *Dianthus caryophyllus* e algumas espécies de *Schizanthus* e *Nicotiana* apresentam alta resistência à doença (BAKER, 1950).

Químico

Não apresentou eficiência para eliminar a bactéria ou causou injúrias severas à planta infectada (BAKER, 1950).

Análise de Risco de Pragas

A Análise de Risco de Pragas (ARP) foi realizada levando-se em consideração as seguintes Normas Internacionais de Medidas Fitossanitárias (NIMFs): N° 2 (Diretrizes para a análise de risco de pragas) (FAO, 2007); N° 11 (Diretrizes para a análise de risco de pragas quarentenárias, incluindo análise dos riscos ambientais e dos organismos vivos modificados); N° 20 (Diretrizes para a análise de risco de pragas não quarentenárias regulamentadas) (FAO, 2004). Os perigos e riscos ambientais, bem como os econômicos, foram analisados de acordo com a NIMF N° 11. Esta NIMF tem como objetivo fundamental determinar se as pragas analisadas são quarentenárias (descreve o processo integrado dessa análise, incluindo opções de manejo de risco); inclui detalhes da ARP para a diversidade biológica e ambiental e os riscos que podem afetar as plantas nativas não cultivadas/não manuseadas, bem como *habitats* ou ecossistemas inseridos na área de risco; inclui diretrizes para a avaliação potencial de riscos fitossanitários para as plantas e seus produtos impostos pelos organismos vivos modificados (FAO, 2004). A ARP para pragas quarentenárias segue um processo definido por três estágios:

Estágio 1 (iniciação do processo): envolve a identificação de pragas e as vias de ingresso que são de interesse quarentenário e que deverão ser consideradas na análise de risco em relação à área da ARP identificada.

Estágio 2 (avaliação de risco): inicia-se com a classificação de pragas individuais para determinar se o critério para pragas quarentenárias foi atendido. A avaliação de risco continua com a determinação da probabilidade de entrada, estabelecimento e dispersão da praga e as consequências econômicas potenciais.

Estágio 3 (manejo de risco): envolve a identificação das opções do manejo para redução dos riscos identificados no estágio 2. Estes são determinados quanto à eficiência, à confiabilidade e ao impacto.

Os seguintes critérios foram avaliados de acordo com o evento em análise e ainda com as NIMFs 2 e 11 (FAO, 2004):

Estágio 1 – Iniciação do processo

Rhodococcus fascians é uma praga de importância econômica potencial para a área em perigo. A definição de *R. fascians* como praga quarentenária inclui os elementos primários apresentados a seguir.

- Identificação da praga: *R. fascians* é uma bactéria de relevância quarentenária durante as importações de produtos agropecuários e consta da IN N° 41, de 01 de julho de 2008 (BRASIL, 2008).
- Posição regulatória: a praga está sob controle oficial.
- Identificação da via de ingresso: a praga pode acompanhar sementes, bulbos, rizomas e tubérculos de plantas ornamentais e não ornamentais e flores de cortes frescas, incluindo folhagens, folhas e ramos cortados frescos ou secos e mudas de plantas ornamentais (Anexos – Tabelas 1 e 2) (BRASIL, 2016).
- Revisão das políticas fitossanitárias: por causa do aumento das importações brasileiras deste segmento, há a necessidade de revisão dos procedimentos fitossanitários levando-se em consideração os países exportadores da União Europeia (Anexos – Tabelas 1 e 2).
- Presença ou ausência na área de ARP: a praga está ausente do território brasileiro. Entretanto, está próxima da fronteira brasileira, Colômbia (CÓRDOBA-SELLÉS et al., 2009) e há a necessidade do aumento da vigilância fitossanitária nesta região.
- Identificação das áreas geográficas: a bactéria *R. fascians* é uma praga que pode ser encontrada em diversas partes do mundo, incluindo Europa, Ásia, África, Américas e Oceania. Ainda não foi localizada no Brasil.
- Análise de risco prévia da praga: aparentemente não se encontra disponível na literatura consultada.

Conclusão da iniciação da praga: *Rhodococcus fascians* satisfaz a todos os critérios de praga quarentenária.

Estágio 2 – Avaliação de risco da praga

O Estágio 1 da ARP confirmou *R. fascians* como praga quarentenária e passível de prosseguir com o Estágio 2. Estes procedimentos, por sua vez, apoiaram a elaboração do plano de contingência. A categorização da praga neste estágio envolve:

- Potencial para introdução e dispersão na área de ARP – Evidências científicas estão disponíveis para apoiar a categorização da praga como quarentenária.
- Consequências econômicas potenciais (incluindo consequências ambientais) na área da ARP – Evidências científicas estão disponíveis para indicar que a praga apresenta impacto econômico inaceitável para o país, podendo acarretar, ainda, impactos ambientais e sociais.

O plano de contingência deve levar em consideração as consequências econômicas potenciais, assim como as consequências ambientais e os efeitos diretos e indiretos causados pela praga. Com relação ao efeito direto, consideram-se os seguintes fatores: plantas hospedeiras conhecidas ou potenciais (no campo, cultivadas em ambiente protegido, em áreas naturais); tipo, quantidade e frequência de danos; perda de tubérculos, em quantidade e qualidade; fatores bióticos (ex.: adaptabilidade e virulência da praga) que acarretam perdas e danos; fatores abióticos (ex.: condições climáticas) que ocasionam perdas e danos; razão da dispersão; razão da multiplicação; medidas de controle (incluindo as já existentes), levando-se em conta a eficiência e o custo destes; efeitos sobre práticas de cultivo existentes e efeitos ambientais.

Quanto ao efeito indireto, consideram-se importantes os efeitos nos mercados domésticos e de exportação, incluindo efeitos particulares no acesso a mercados de exportação. As consequências potenciais para o acesso ao mercado devem ser estimadas dentro da hipótese de que a praga pode vir a se estabelecer. Dessa forma, devem ser levados em conta os seguintes fatores: extensão de qualquer medida fitossanitária

imposta (ou provável de ser imposta) por parceiros comerciais; mudanças no custo de produção ou de demanda imposta, incluindo custos de controle; mudanças nas demandas domésticas ou de consumidores estrangeiros devido à alteração na qualidade do produto; efeitos indesejáveis ambientais e/ou outros provocados pelas medidas de controle; confiabilidade e custo de erradicação ou contenção; necessidade de recursos para pesquisas ou consultorias adicionais; efeitos sociais e outros (ex.: turismo) (FAO, 2004).

Avaliação da probabilidade de introdução e dispersão

Introdução: a probabilidade de introdução de *R. fascians* ocorre por meio de plantas vivas e produtos de floricultura, além de outros produtos agrícolas. De acordo com Junqueira e Peetz (2014), as importações de plantas vivas e produtos de floricultura aumentaram no período de 2011 a 2013. Em 2013, a balança comercial da floricultura brasileira mostrou saldo negativo, sendo que os valores das importações foram 76,11% maiores do que as exportações (Tabela 1) (JUNQUEIRA; PEETZ, 2014). Os países com alto percentual de comercialização de mudas de plantas ornamentais são os Países Baixos, onde consta a ocorrência de *R. fascians*. Portanto, uma maior fiscalização fitossanitária desses materiais provenientes dessas localidades poderá evitar a introdução da praga no país.

Além disso, o Brasil importa outros produtos agropecuários dos seguintes países onde há presença de *R. fascians*: Alemanha, Austrália, Bélgica, Canadá, Colômbia, Dinamarca, Egito, Estados Unidos, República da Estônia, França, Hungria, Índia, República Islâmica do Irã, Itália, República da Letônia, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Reino Unido, Federação da Rússia, Suécia, República Tcheca e Ucrânia. Entretanto, deve-se considerar que a bactéria pode ser introduzida, além da importação de “commodities”, por meio do trânsito de passageiros, em ocasiões de turismo, visitas familiares ou de negócios, bagagens acompanhadas e desacompanhadas e produtos enviados pelos correios, entre outros.

A introdução é analisada sob três aspectos: entrada, estabelecimento e vias de ingresso.

Entrada: a probabilidade da entrada de *R. fascians* por meio de produtos importados pelo Brasil, como via de ingresso, e a frequência de importação dessas “commodities”, provenientes de locais infestados com a praga, deve ser considerada muito alta. São inúmeras as vias de ingresso: mudas de plantas ornamentais e não ornamentais, estacas, enxertos, bulbos, tubérculos, sementes, folhagens, gladiolos, folhas e ramos de plantas cortadas frescas e plantas vivas ornamentais.

Os procedimentos em “packing house”, armazenagem e transporte, inspeção no local de chegada, pelo volume comercializado no país, 2.665.053 kg em 2015 (Anexos – Tabela 2) (BRASIL, 2016) tornam difícil eliminar todas as pragas que porventura tenham acompanhado os produtos. A distribuição potencial, armazenagem, distribuição, o material descartado, a exposição ao ambiente e outros meios de transferência, pela rapidez com que necessitam ser manipulados e comercializados, podem contribuir para a entrada de *R. fascians*. Outras vias de ingresso potenciais, como bagagens de passageiros em trânsito nos portos e aeroportos, produtos agropecuários vindos pelos correios e bagagens desacompanhadas, devem ser considerados como “portas de entrada” da praga, principalmente se os produtos são oriundos de regiões de ocorrência da praga.

Conclusão do potencial de entrada da praga: a probabilidade de entrada de *R. fascians* em território brasileiro é alta pelo volume e pela frequência da importação de plantas vivas e produtos de floricultura.

Estabelecimento: a bactéria apresenta características bionômicas favoráveis para se estabelecer no país. *Rhodococcus fascians* apresenta uma temperatura ótima de crescimento entre 25 e 28°C, podendo, entretanto, crescer na faixa de 7 a 35°C (LACEY, 1936a). Comprovou-se que a bactéria pode ser transmitida por meio de sementes em muitas espécies hospedeiras (BAKER, 1950;

LACEY, 1939; TILFORD, 1936). Adapta-se a diferentes *habitats*, pois pode estar presente no solo e, na presença de plantas hospedeiras suscetíveis, pode ocorrer em cultivo protegido. Caso haja condições favoráveis de temperatura e elevada umidade, ocorre também no campo (BAKER, 1950).

Vias de ingresso: a principal via de ingresso da bactéria é por meio da importação de mudas de plantas ornamentais e não ornamentais, estacas, enxertos, bulbos, tubérculos, sementes, folhagens, folhas e ramos de plantas cortadas frescas e plantas vivas ornamentais. Deve-se considerar, também, a probabilidade de *R. fascians* estar associada a “commodities” importadas, materiais de embalagens, passageiros, bagagens acompanhadas ou não, correio, trânsito e transporte de mercadorias e produtos agropecuários e troca de materiais biológicos científicos. O ingresso vai depender dos seguintes fatores: prevalência da praga na área de origem; ocorrência de uma das fases de vida da praga estar associada a “commodities”; transportes ou embalagens; volume e frequência de trânsito ao longo da via de ingresso; período sazonal e manejo da praga; procedimentos culturais e comerciais aplicados no local de origem.

Importação de “commodities”: os produtos mais importados pelo Brasil são mudas de plantas ornamentais e não ornamentais, estacas, enxertos, bulbos, tubérculos, sementes, folhagens, folhas e ramos de plantas cortadas frescas e plantas vivas ornamentais. A maioria desses produtos é proveniente de regiões onde há ocorrência da praga (Figura 1). Em alguns países, como a Holanda, as infestações da bactéria são muito altas, favorecidas pelas condições climáticas e abundância de plantas hospedeiras. *Rhodococcus fascians* pode ser considerada uma bactéria emergente, e muitas pesquisas científicas deverão ser realizadas para um melhor conhecimento do modo de transmissão deste organismo.

Sobrevivência em tratamentos fitossanitários de pós-colheita: os requisitos fitossanitários para a importação de “commodities” pelo

Brasil e outros países que compõem o COSAVE contribuem para diminuir a introdução da praga no país. Entretanto, é importante considerar que não há tratamentos químicos eficientes para esta bactéria. Se o produto importado – bulbos, por exemplo – for submetido a tratamento com água quente, o nível de infestação da bactéria pode ser reduzido em condições de pós-colheita, mas com severos danos ou morte dos bulbos (BAKER, 1950).

Sobrevivência durante o transporte: a sobrevivência da bactéria após a colheita, o armazenamento e o transporte é favorecida pela presença e abundância de hospedeiras. Como esta bactéria tem grande número de hospedeiras e é adaptada a diferentes *habitats*, pode-se concluir que ela é facilmente transportada para regiões isentas, o que pode ocasionar a introdução.

Sobrevivência à inspeção: os métodos de amostragens para a inspeção da bactéria são visuais. Somente em situações de visualização das galhas formadas pela bactéria é que será possível o seu diagnóstico parcial. Em plantas infectadas naturalmente, os sintomas são proliferação de gemas na axila foliar ou na base do caule, brotações conhecidas como galhas foliares, engrossamento de folhas ou ramos (conhecidos como fasciação), crescimento de massa amorfa adventícia nas nervuras, pecíolos ou margem das folhas, nanismo ou crescimento anormal de bulbos, formação de raízes adventícias e, em alguns casos, inibição do crescimento radicular (Figura 2). Os sintomas dependem, ainda, do estágio de crescimento da planta e da virulência da estirpe, que pode causar sintomas semelhantes à “vassoura-de-bruxa”, caracterizada pela produção anormal de brotos (PUTNAM; MILLER, 2007).

Plantas hospedeiras: além de plantas hospedeiras ornamentais, *R. fascians* ocorre em várias outras hospedeiras, como *Arabidopsis thaliana*, *Asparagus sprengeri*, *Beta vulgaris*, *Brassica oleracea* var. botrytis, *Carica* spp., *Cichorium* spp., *Cucumis* spp., *Fragaria* spp., *Lactuca sativa*, *Lycopersicon esculentum*, *Nicotiana* spp., *Phaseolus*

vulgaris, *Pisum sativum*, *Ricinus sanguineus*, *Solanum tuberosum*, *Vicia faba* e *Zea mays*.

Conclusão do potencial de estabelecimento da praga: a probabilidade do estabelecimento de *R. fascians* em território brasileiro é muito alta porque esta bactéria encontra condições ambientais e hospedeiras favoráveis.

Dispersão: a bactéria pode permanecer em restos culturais, porém não sobrevive de forma livre por longos períodos no solo (MAUDE, 1996). A dispersão pode ocorrer pelo transporte de solo, material de plantio ou ferramentas contaminadas, sendo que cortes ou ferimentos não são necessários para a penetração da bactéria na planta (JANSE, 2006). A dispersão indireta de *R. fascians* pode ocorrer se ela estiver associada a “commodities” importadas, materiais de embalagens, passageiros, bagagens acompanhadas ou não, correio, trânsito e transporte de mercadorias e produtos agropecuários e troca de materiais biológicos científicos. As formas de dispersão natural são consideradas limitadas.

Conclusão do potencial de dispersão da praga: a probabilidade do estabelecimento de *R. fascians* em território brasileiro é muito alta pela facilidade que ela tem de permanecer no ambiente e de persistir no local de ocorrência.

Conclusão do potencial de introdução e dispersão da praga: a probabilidade de *R. fascians* ser introduzida e se dispersar no país é muito alta em virtude da sua ampla distribuição geográfica e porque afeta mais de 100 espécies de plantas vasculares, incluindo monocotiledôneas e dicotiledôneas. Outro fator é a sua adaptabilidade e facilidade em permanecer no ambiente em condições favoráveis.

Avaliação das consequências econômicas e ou ambientais

As consequências econômicas e ambientais foram avaliadas, considerando-se os impactos potenciais de cada um desses temas.

Impacto econômico potencial

O impacto econômico de introdução de *R. fascians* no país pode ser avaliado pelos potenciais efeitos diretos e indiretos da praga.

Potencial dos efeitos diretos

A bactéria encontra condições de sobrevivência em praticamente todas as regiões do Brasil, uma vez que ela está presente em diferentes regiões geográficas no mundo. O potencial de dispersão é alto devido ao amplo círculo de hospedeiras (PUTNAM; MILLER, 2007) e à facilidade da bactéria ser transmitida por meio de sementes e mudas, além de permanecer em restos culturais. A transmissão também pode ocorrer pelo transporte de solo, material de plantio ou ferramentas contaminadas (JANSE, 2006).

Rhodococcus fascians tem um alto potencial de crescimento nos meristemas apicais e causa fasciação nas partes florais e vegetativas das hospedeiras em condições climáticas adequadas. A bactéria apresenta inúmeras hospedeiras conhecidas ou potenciais, tanto no campo, cultivadas em ambiente protegido, como em áreas naturais. Dentre estas plantas, pode-se citar: repolho (*Brassica* spp.), cravo (*Dianthus* spp.), dália (*Dahlia* spp.), gladiolo (*Gladiolus* spp.), lírio (*Lilium* spp.), verbascum (*Verbascum* spp.), gerânio (*Pelargonium* spp.) e ervilha-de-cheiro (*Lathyrus* spp.).

O impacto econômico potencial de *R. fascians* é ocasionado pela fasciação, infecção que resulta em anormalidades no crescimento, tais como perda da dominância apical e crescimento lateral de brotos, o que provoca a formação de galhas foliares. Em plantas infectadas naturalmente, os sintomas dessa anomalia são: proliferação de gemas na axila foliar ou na base do caule; brotações conhecidas como galhas foliares; engrossamento de folhas ou ramos, conhecidos como fasciação; crescimento de massa amorfa adventícia nas nervuras, pecíolos ou margem das folhas; nanismo ou crescimento anormal de

bulbos; formação de raízes adventícias; e, em alguns casos, redução ou inibição do crescimento radicular. A formação de galhas foliares é considerado o mais severo dos sintomas (VEREECKE et al. 2000). Entretanto, todos os sintomas acima relatados podem prejudicar a produção, a produtividade e, conseqüentemente, a exportação de plantas ornamentais, hortaliças e grãos hospedeiros da bactéria.

Em muitos países, prejuízos são consideráveis para viveiristas que atuam no mercado de mudas, bulbos e outras formas comercializáveis de plantas ornamentais devido ao amplo círculo de hospedeiras da bactéria. Nos anos 1950, na Califórnia, a produção de margaridas e de outras ornamentais foi severamente afetada pela bactéria (BAKER, 1950), que persistiu na mesma área por muitos anos (ODURO, 1975). Segundo Lacey (1939), a doença apresentou incidência de 5% em um viveiro de cravos por um período de 10 a 12 anos. Em crisântemo, dependendo da cultivar, a incidência variou de 0,5 a 77,7% (PAPE, 1938; WILLIAMS, 1933, 1934).

Surtos de *R. fascians* em espécies de plantas ornamentais como *Dahlia* e *Lilium* spp. podem causar sérias perdas financeiras (VAN DOORN citado por CORNELIS et al., 2001). Recentemente, Putnam e Miller (2007) detectaram sérias perdas em viveiros de ornamentais. Estimaram-se perdas de US\$ 1 milhão ao longo de um ano devido ao déficit de vendas, a tentativas de replantio, ao tempo gasto para propagação e à tentativa de manter flores que, posteriormente, necessitavam ser destruídas. Um viveiro apresentou perdas anuais de US\$ 394 milhões, enquanto outros tiveram suas mudas totalmente erradicadas (PUTNAM; MILLER, 2007).

Tratamentos à base de agrotóxicos não são eficazes para eliminar a bactéria. Por outro lado, algumas ornamentais apresentam elevada resistência, mesmo quando cultivadas em locais de alta infestação. *Chrysanthemum morifolium*, *Dianthus caryophyllus* e algumas espécies de *Schizanthus* e *Nicotiana* apresentam alta resistência à doença (BAKER, 1950).

Potencial dos efeitos indiretos

A introdução de *R. fascians* no país pode afetar os mercados internos e de exportação devido à queda na quantidade e qualidade dos produtos agrícolas, por serem comercializados logo após a colheita. Em todas as regiões do mundo, a restrição fitossanitária para produtos provenientes de áreas infestadas por pragas indesejadas tem dificultado o acesso a mercados mais exigentes. Infelizmente, *R. fascians* pode permanecer em uma área por até 10 anos. Este fato pode resultar em mudanças no custo de produção, incluindo os custos de controle, tornando-os onerosos e acarretando alterações nas demandas domésticas ou de consumidores estrangeiros devido às alterações na qualidade do produto. Além desses fatores, pode haver necessidade de recursos financeiros para pesquisas científicas e combate a efeitos sociais, como o desemprego nas áreas infestadas.

Impacto ambiental potencial

A importação de mudas de plantas ornamentais e não ornamentais, estacas, enxertos, bulbos, tubérculos, sementes, folhagens, folhas e ramos de plantas cortadas frescas e plantas vivas ornamentais representa um risco potencial alto para o meio ambiente, caso esses produtos estejam infectados com *R. fascians*. A bactéria pode ocorrer no solo, em material de plantio ou em ferramentas contaminadas (JANSE, 2006) e pode persistir na mesma área por muitos anos (ODURO, 1975). O impacto ambiental da praga ocorre, portanto, por efeito indireto.

Conclusão da avaliação das consequências econômicas: o potencial de risco para *R. fascians* em termos econômicos e ambientais é alto para o país.

Conclusão do estágio 2: a probabilidade de risco de *R. fascians* para o país é alto. Medidas fitossanitárias específicas são altamente recomendadas.

Estágio 3 – Mitigação de risco da praga

Métodos de Controle

O método de controle preventivo é a opção mais viável para se manter áreas livres de infestação por *R. fascians*, considerando-se que é praticamente impossível erradicar a praga após sua instalação. O uso de culturas resistentes à bactéria é a melhor alternativa de controlar a infestação nas áreas onde *R. fascians* está presente. A rotação de culturas não suscetíveis à bactéria pode acarretar a diminuição da infestação, mas não a sua erradicação.

Medidas Preventivas

Os produtos importados pelo Brasil devem ser provenientes de áreas livres de *R. fascians*. Sementes e bulbos devem ser limpos antes da exportação e deve-se apresentar o certificado fitossanitário de origem.

Inspeção do produto importado

A inspeção do produto importado pelos fiscais agropecuários, por meio de amostras colhidas no local de origem e do produto que se encontra nos pontos de entrada do país, é essencial para detectar a presença da bactéria. Os meios de detecção são diversos, mas devem ser realizados em laboratórios credenciados para quarentena. *Rhodococcus fascians* pode ser detectada em laboratório por meio de metodologias indicadas na ficha bionômica da praga.

Tratamento fitossanitário

Plantio de mudas e bulbos sadios, higiene e desinfestação de substratos e solo são maneiras de controlar doenças provocadas por *R. fascians* (JANSE, 2006). O tratamento com água quente (2 horas a 43°C) dos bulbos de *Lilium* spp. antes do plantio mostrou-se parcialmente efetivo (DIGAT, 1977; KRUYER; BOONTJES, 1982).

Sementes de *Nasturtium* infectadas devem ser embebidas em água fria para eliminar os espaços entre o fruto e a superfície da semente, antes do tratamento com água quente a 51,7°C por 30 minutos (BAKER, 1950). Entretanto, plantas ornamentais submetidas a tratamento térmico a 51,7°C durante 30 minutos não sobreviveram (BAKER, 1950).

Aplicação do plano

Nesta etapa, é importante avaliar todas as medidas sugeridas na mitigação de risco para que o plano de contingência seja operacionalizado e o sucesso alcançado pelas medidas fitossanitárias propostas. Neste item, foram considerados os seguintes critérios:

Determinação de instituições e de ações

Algumas sugestões de instituições que podem auxiliar no diagnóstico da doença encontram-se listadas, a seguir:

Embrapa Clima Temperado
Laboratório de Fitopatologia/Clínica Fitossanitária
BR 392 km 78
Caixa Postal 403
CEP: 96001-970 Pelotas, RS
Tel. (53) 32758100

Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia
Laboratório de Quarentena Vegetal
Parque Estação Biológica/Final W5 Norte
Caixa Postal 02372
CEP: 70770-900 Brasília, DF
Tel. (61) 34484634

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Agronomia
Av. Bento Gonçalves, 7712
91540-000 Porto Alegre, RS
Tel. (51) 33086016

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - USP
Dep. de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola
Setor Fitopatologia
Av. Pádua Dias, 11,
Caixa Postal 09
13418-900 Piracicaba, SP
Tel: (19) 3429-4267 – Ramal 216

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Agrárias
Laboratório de Fitopatologia
Caixa Postal 476
88040-900 Florianópolis, SC
Tel. (48) 33315338

Universidade Federal de Lavras
Departamento de Fitopatologia
Caixa Postal 3067
37200-000 Lavras, MG
Tel. (35) 38291279

Universidade Federal de Pelotas
Departamento de Fitossanidade
Caixa Postal 354
96010-900 Pelotas, RS

Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Fitopatologia
36570-000 Viçosa, MG

Universidade Federal Rural de Pernambuco
Departamento de Agronomia
Área de Fitossanidade
R. Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos
52171-030 Recife, PE

Instituto Biológico de Campinas
Seção Bacteriologia Fitopatológica
Rodovia Heitor Penteado km 3
Caixa Postal 70
13001-970 Campinas, SP
Tel. (19) 3253-2112

Entretanto, é importante mencionar que a ONPF é responsável pela nomeação do coordenador oficial do plano de contingência, pela busca de recursos para operacionalizar o plano, pela indicação de laboratórios para a realização do diagnóstico fitossanitário, pela elaboração de relatórios, pelo apoio logístico na implementação das ações e pela comunicação de risco.

Respostas emergenciais

Para a proteção fitossanitária da área posta em perigo e a diminuição do impacto emergencial de *R. fascians*, recomenda-se:

- Delimitar a área onde a bactéria foi introduzida.
- Eliminar as plantas hospedeiras infectadas.
- Destruir restos culturais.
- Interditar a área contendo plantas infectadas ou focos de infecção e controlar o trânsito de pessoas, veículos e animais.
- Erradicar, mecanicamente ou por meio de herbicidas (quando estes forem recomendados), plantas voluntárias ou hospedeiras selvagens que se encontrem próximas aos focos da doença.
- Controlar todo o material vegetal erradicado e o seu descarte.
- Arrancar e queimar plantas doentes, bem como todos os restos

culturais, em local seguro.

- Transportar em contêineres fechados, de forma segura, os restos culturais de plantas erradicadas para serem incinerados.

- O manuseio de restos culturais de plantas erradicadas deve ser feito por agentes treinados e supervisionados, com uniformes e botas adequadas que possam ser rigorosamente desinfestados.

- Medidas de sanitação e desinfestação são obrigatórias. Deve-se considerar a capacidade que a bactéria possui de sobreviver em diferentes substratos por longos períodos. Caminhões, ferramentas, roupas, botas e outros instrumentos podem ser desinfestados com soluções desinfestantes, por meio de pulverizações ou de imersão, conforme a natureza do material. Entretanto, o sucesso da desinfestação depende da concentração do produto químico utilizado e do tempo de exposição dos objetos (JANSE, 2006). Existe uma lista de produtos permitidos para serem utilizados em desinfestações e em medidas de higiene.

- Campanhas e alertas devem ser feitos por autoridades competentes imediatamente para produtores e técnicos, com a divulgação e orientação de medidas emergenciais efetivas.

- Em caso de detecção de focos da doença, fazer monitoramento intensivo das áreas circunvizinhas à área infestada e, para maior segurança, aumentar a abrangência do monitoramento para todo o município ou a região produtora.

Comunicação de Risco

As conclusões alcançadas em uma ARP e no plano de contingência devem ser utilizadas para decidir se há necessidade de prosseguir com o manejo de risco e definir as medidas de controle a serem adotadas. Por não ser o risco zero uma opção aceitável, o guia principal para a mitigação de risco deve ser o manejo de risco aceitável para se alcançar um nível de segurança que possa ser justificado e confiável, dentro dos limites das opções e dos recursos disponíveis. Sob o ponto de vista analítico, o manejo de risco de pragas é o processo da

identificação de vias, que reagem aos riscos observados, avaliando-se a eficácia destas ações e identificando as opções mais apropriadas.

Para que as medidas fitossanitárias propostas tenham o apoio da cadeia produtiva, é essencial que todos os envolvidos participem do estabelecimento das ações a serem adotadas. Assim, é importante que a comunicação de risco para *R. fascians* seja clara e objetiva, contribuindo direta e indiretamente para a prevenção de entrada da praga no país, seguindo os passos sugeridos pela capacitação e transferência de tecnologia e que atinja todos os segmentos da cadeia produtiva.

Capacitação e transferência de tecnologia

O treinamento de profissionais que atuam na cadeia produtiva agrícola, especialmente aqueles voltados para o desenvolvimento sustentável da agricultura, segurança dos alimentos, bem como nas trocas comerciais de produtos agrícolas, tanto da iniciativa privada como pública, nos quais *R. fascians* pode estar presente, deve ser realizado para a identificação e tomada de ações de prevenção de introdução e dispersão da bactéria no território brasileiro. Esse treinamento deve ser feito pela comunidade científica e pela ONPF por meio de cursos, dias de campo, estágios, matérias jornalísticas, palestras, distribuição de fôlderes, organização de eventos, reuniões técnicas e seminários, exposições e feiras, produção de vídeos, entre outras ações e campanhas.

Transferência das ações do plano de contingência

Confidencialidade

É importante considerar que informações estratégicas serão obtidas durante a elaboração do plano de contingência, tanto sobre a praga como sobre a área de produção em perigo. Assim, a ONPF será responsável pela divulgação de assuntos considerados relevantes e

que devem ser de domínio público, visando à efetivação do plano de contingência para *R. fascians*.

Capacitação e transferência de tecnologia

Treinamentos de profissionais que atuam na cadeia produtiva agrícola, especialmente aqueles voltados para o desenvolvimento sustentável da agricultura e nas trocas comerciais de produtos agrícolas, devem ser ministrados tanto por cientistas como pelos fiscais federais agropecuários. Os treinamentos devem habilitar os participantes a reconhecer os sintomas provocados pela bactéria na planta hospedeira e auxiliar nas ações de prevenção de introdução e dispersão da praga no território brasileiro.

Transferência das ações do plano de contingência

Esta etapa é de administração exclusiva da ONPF, por ser o órgão oficial de proteção de plantas do país. Assim, a transferência das ações do plano de contingência será importante para a diminuição das ameaças e dos perigos de introdução e dispersão da praga em análise no país, de forma a atingir todos os segmentos da cadeia produtiva.

Revisão do plano

O plano de contingência deve ser atualizado, pelo menos, anualmente e completamente revisado a cada três anos, dependendo da posição do evento analisado. Os endereços dos especialistas e das instituições envolvidas no planejamento e na operacionalização do plano devem ser também atualizados. É importante que uma simulação do evento em análise seja realizada, a fim de testar a efetividade das medidas fitossanitárias propostas para se evitar a descontinuidade do plano de contingência.

Conclusões

O plano de contingência de uma praga deve ser claro, conciso e exequível. Este deve levar em consideração não apenas os efeitos diretos de uma praga, mas também o impacto que as medidas a serem tomadas para a sua contenção possam causar na comercialização dos produtos agropecuários e, ainda, nas possíveis consequências econômicas e políticas. Consequentemente, todos os países devem assegurar o direito de evitar a entrada de pragas quarentenárias em seus territórios. *Rhodococcus fascians* é uma praga que pode causar impacto econômico significativo na produção e exportação de plantas ornamentais. Assim, a proposta deste trabalho foi fornecer informações técnicas para subsidiar as medidas fitossanitárias a serem adotadas pela ONPF na prevenção da entrada desta bactéria no país.

Referências Bibliográficas

BAKER, K. F. Bacterial fasciation disease of ornamental plants in California. **Plant Disease Reporter**, v. 34, n. 5, p. 121-126. 1950.

BRADBURY, J. F. **Guide to plant pathogenic bacteria**. Wallingford, UK: CAB International, 1986. 332 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa Nº 41, de 01 de julho de 2008. Ementa: Altera os Anexos I e II da Instrução Normativa Nº 52, de 20 de novembro de 2007. **Diário Oficial da União**, 02/07/2008. Seção 1, p. 8. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=18888>>. Acesso em: 17 dez. 2015.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Secretaria do Comércio Exterior – SECEX. **Importação-exportação**. Disponível em: <<http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br/default.asp>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

CABI. Crop Protection Compendium. ***Rhodococcus fascians* (fasciation: leafy gall)**. Disponível em: <<http://www.cabi.org/cpc/datasheet/15332>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

COOKSEY, D. A.; KEIM, R. Association of *Corynebacterium fascians* with fasciation disease of Impatiens and Hebe in California. **Plant**

Disease, v. 67, p. 1389. 1983.

CÓRDOBA-SELLÉS, M. C.; MARTÍNEZ-CULEBRAS, P.; GARCÍA, D.; JORDÁ, C. *Rhodococcus fascians*: causal agent of false broomrape of tobacco in Guatemala. **Journal of Plant Pathology**, v. 91. suppl. 4, p. 97-112, 2009. Disponível em: <<http://www.cabi.org/isc/FullTextPDF/2010/20103077863.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

CORNELIS, K.; RITSEMA, T.; NIJSSE, J.; HOLSTERS, M.; GOETHALS, K.; JAZIRI, M. The plant pathogen *Rhodococcus fascians* colonizes the exterior and interior of the aerial parts of plants. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, v.14, n. 5, p. 599-608. 2001.

CRESPI, M.; MESSENS, E.; CAPLAN, A.B.; VAN MONTAGU, M.; DESOMER, J. Fasciation induction by the phytopathogen *Rhodococcus fascians* depends upon a linear plasmid encoding a cytokinin synthase gene. **The EMBO Journal**, v. 11, n. 3, p. 795-804, 1992.

DAVIS, M. J.; VIDAVER, A. K. Gram-positive bacteria. In: SACHAAD, N. W.; JONES, J. B.; CHUN, W. (Eds). **Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria**. St. Paul: APS Press, 2001. p. 218-235.

DIGAT, B. New aspects of the control of geranium bacterial diseases. **Pepinieristes Horticulteurs Maraichers**, Paris, v. 174, p. 17-23, 1977.

ELIA, S.; GOSSELÉ, F.; VANTOMME, R.; SWINGS, J.; DE LAY, J. *Corynebacterium fascians*: phytopathogenicity and numerical analysis of phenotype features. **Phytopathology**, v. 110, p. 89-105. 1984.

EUROPEAN AND MEDITERRANEAN PLANT PROTECTION ORGANIZATION. **EPPO Global database: *Rhodococcus fascians* (CORBFA) distribution**. 2014. Disponível em: <<https://gd.eppo.int/taxon/CORBFA/distribution>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

FAIVRE-AMIOT, A. Quelques observations sur la présence de *Corynebacterium fascians* (Tilford) Dowson dans les cultures maraicheres of florales en France. **Phytiatrie-Phytopharmacie**, v. 16, p. 165-176. 1967.

FAO. **Pest Risk Analysis for Quarantine Pests**. International Standars for Phytosanitary Measures, ISPM No. 11. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Rome, 2004. 26 p.

FAO. **Pest Risk Analysis for Regulated Non-quarantine Pests**. International Standars for Phytosanitary Measures, ISPM No. 11. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Rome, 2004. 16 p.

FAO. **Glossary of phytosanitary terms**. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. ISPM No 5. Secretariat of the International Plant Protection Convention. Rome. 2006. 23 p.

FAO. **Framework for pest risk analysis**. International Standars for Phytosanitary Measures, ISPM No. 2. Secretariat of the International Plant Protection Convention of the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations. Rome, 2007. 17 p.

FOSKET, D. K. Plant Growth and development: a molecular approach. **Academic Press**, 1994.

GALIS, I.; BILYEU, K.; WOOD, G.; JAMERSON, P. E. *Rhodococcus fascians*: shoot proliferation without elevated cytokinins? **Plant Growth Regulation**, v. 46, p. 109-115, 2005.

GENEVE, R. Fascinated with fasciations. **American Horticulturist**, v. 69, p. 27-31, 1990.

GOETHALS, K.; VEREECKE, D.; JAZIRI, M.; VAN MONTAGUE, M.; HOLSTERS, M. Leafy gall formation by *Rhodococcus fascians*. **Annual Review of Phytopathology**, v. 39, p. 27-52, 2001.

GOODFELLOW, M. Validation of the publication of new names and new combinations previously effectively published outside the IJSB. **International Journal of Systematic Bacteriology**, v. 34, p. 503-504. 1984.

GÜRTLER, V.; MAYALL, B. C.; SEVIOUR, R. Can whole genome analysis refine the taxonomy of the genus *Rhodococcus*? **FEMS Microbiology Reviews**, v. 28, p. 377-403. 2004.

HOLT, J. G.; KRIEG, N. R.; SNEATH, P. H. A.; STALEY, J. T.; WILLIAMS, S. T. **Bergey's manual of determinative bacteriology**. Ninth Edition. Maryland, USA: Williams e Wilkins, 1994. 787 p.

HOOF, H. A. V.; HUTTINGA, H.; KNAAP, A.; MAAS GEESTERANUS, H. P.; MOSCH, W. H. M.; DE RAAY-WIERINGA, D. G. J. Tumors of Begonia and some other ornamentals, induced by *Corynebacterium fascians*. **Netherlands Journal of Plant Pathology**. v. 85, p. 87-98, 1979.

JACOBS, S. E.; HABISH, H. A.; DADD, A. H. Studies on induced mutants of *Corynebacterim fascians* and on their pathogenicity in comparison with that of "natural" strains. **Annual Applied Biology**, v. 56, p. 161-170. 1965.

JANSE, J. D. (Ed.). **Phytopathology: principles and practice**. Wallingford: CABI Publishing, 2006. 360 p.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. 2013: Balanço do Comércio Exterior da Floricultura Brasileira. **Contexto & Perspectivas**, janeiro de 2014. Disponível em: <<http://www.hortica.com.br/artigos/2014/2013 Comercio Exterior Floricultura.pdf>>. Acesso em:

18 jan. 2016.

KAHAN, R. P. **Plant protection and quarantine**. Boca Raton: CRC Press, 1989, v. 1: Biological Concepts, p. 226.

KRUYER, C. J.; BOONTJES, J. Hot water treatment of *Lilium longiflowm* bulbs. **Bloembollencultuur**, v. 93, p. 622-623, 1982.

LACEY, M. S. Studies in Bacteriosis XXII. I. The isolations of a Bacterium associated with "fasciation" of sweet peas, "cauliflower" strawberry plants and "leafy gall" of various plants. **Annals Applied Biology**, v. 23, p. 302-310. 1936a.

LACEY, M. S. Studies in bacteriosis XXIII, Further studies on a bacterium causing fasciation of sweet peas. **Annals Applied Biology**, v. 23, p. 743-751. 1936b.

LACEY, M. S. Studies in Bacteriosis XXIV. Studies on bacterium associated with leafy galls, fasciations and "cauliflower" disease of various plants. Part III. Further isolations, inoculation experiments and cultural studies. **Annals Applied Biology**, v. 26, p. 262-278. 1939.

LACEY, M. S. The eytology and relation-ships of *Corynebacterium fascians*. **Transactions of British Mycological Society**, v. 38, p. 49-58. 1955.

LIN, T. C.; ILBARAKI, M.; OSABE, M.; YAN, L.; JAZIRI, M.; ISBIMARU, K. Fasciated shoot formation and the secondary metabolites in *Pratia nummularia* infected with *Rhodococcus fascians*. **The Chinese Pharmaceutical Journal**, v. 5, p. 141-146. 2003.

MANES, C.-L.; VAN MONTAGU, M.; PRINSEN, E.; GOETHALS, K.; HOLSTERS, M. De novo cortical cell division triggered by the phytopathogen *Rhodococcus fascians* in tobacco. **Molecular Plant-Microbe Interactions**, 14, 189-195. 2001.

MAUDE, R. B. **Seedborne diseases and their control: principles and practice.** CAB International: Wallingford, UK, 1996. 280 p. (Páginas 81 e 166).

MILLER, H. J.; JANSE, J. D.; KAMERMAN, W.; MÜLLER, P. J. Recent observations on leafy gall in Liliaceae and some other families. **Netherlands Journal of Plant Pathology**, v. 86, p. 55-68. 1980.

MILLER, M. L.; PUTNAM, M. L. *Sorbaria sorbifolia* is a new host for *Rhodococcus fascians*. **Plant Health Progress**. 2010. doi:10.1094/PHP-2010-0408-01-BR.

MOHANTY, U. *Corynebacterium fascians* (Tilford) Dowson; its morphology, physiology, nutrition and taxonomic position. **Transactions of British Mycological Society**, v. 34, p. 23-34. 1951.

MOORE, W. C. **Report on fungus, bacteria and other diseases of crops in England and Wales for the years 1933-1942.** Ministry of Agriculture and Fisheries Bull. No. 126, London. 1943.

ODURO, K. A. Factors affecting epidemiology of bacterial fasciation of *Chrysanthemum maximum*. **Phytopathology**, v. 65, p. 719-721, 1975.

OLIVEIRA, M. R. V. de. Subsídios gerais para a elaboração de planos de contingência para praga(s) quarentenária(s) que podem afetar plantas em áreas de produção e áreas naturais circunvizinhas. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. 34 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. **Documentos**, 209).

PAPE, H. Eine noch wenig beachtete Krankheit der Zierpflanzen. **Der Blumen-und Pflanzenbau die Gartenwelt**, v. 42, p. 384-386. 1938.

PENNYCOOK, S. R. 1989. **Plant diseases recorded in New Zealand.** Vol. 3. Plant Diseases Division. DSIR, Auckland, NZ.

PHELOUNG, P. **Contingency planning for plant pest incursions in Australia.** In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONVENTION. Secretariat. Identification of risks and management of invasive alien species using the IPPC framework: proceedings of a workshop in Braunschweig, Germany, 22-26 september 2003. Rome: FAO, 2005. p. 166-174.

PUTNAM, M. L.; MILLER, M. Pathogenic isolates of *Rhodococcus fascians* from new hosts in the United States. **Plant Disease**, v. 90, p. 526. 2006. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/pd/searchnotes/2006/PD-90-0526C.asp>> . Acesso em: 28 out. 2008.

PUTNAM, M. L.; MILLER, M. L. *Rhodococcus fascians* in herbaceous perennials. **Plant Disease**, v. 91, n. 9, p. 1064-1076. 2007.

QUOIRIN, M.; BONA, C.; DE SOUZA, E. F.; SCHWARTSBURD, P. B. Induction of leafy galls in *Acacia mearnsii* De Wild seedlings infected by *Rhodococcus fascians*. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 3, p. 339-346. 2004.

SIMÓN-MATEO, C.; DEPUYDT, S.; DE OLIVEIRA MANES, C.-L.; CNUDE, F.; HOLSTERS, M.; GOETHALS, K.; VEREECKE, D. The phytopathogen *Rhodococcus fascians* breaks apical dominance and activates axillary meristems by inducing plant genes involved in hormone metabolism. **Molecular Plant Pathology**, v. 7, n. 2, p. 106-112. 2006. Disponível em: <<http://bioinformatics.psb.ugent.br/publications/abstract/>> . Acesso em: 17 dez. 2015.

STANGE JUNIOR, R. R.; JEFFARES, D.; YOUNG, C.; SCOTT, D. B.; EASON, J. R.; JAMESON, P. E. PCR amplification of the fas-1 gene for detection of virulent strains of *Rhodococcus fascians*. **Plant Pathology**, v. 45, p. 407-417. 1996.

STEEGHS, M. **Contingency planning in the Netherlands.** In: INTERNATIONAL PLANT PROTECTION CONVENTION. Secretariat.

Identification of risks and management of invasive alien species using the IPPC framework: proceedings of a workshop in Braunschweig, Germany, 22-26 september 2003. Rome: FAO, 2005. p. 175-177.

SUNDIN, G. W.; JACOBS, J. L. Ultraviolet radiation (UVR) sensibility analysis and UVR survival strategies of a bacterial community from the phyllosphere of fieldgrown peanut (*Arachis hypogaeae* L. **Microbial Ecology**, v. 38, p. 27-38. 1999.

TANG, Y.; KNAP, H. T. Fasciation mutation enhances meristematic activity and alters pattern formation in soybean. **International Journal of Plant Science**, v. 159, n. 2, p. 249-260, 1998.

TILFORD, P. E. Fasciation of sweet peas caused by *Phytopomonas fascians* n. sp. **Journal of Agricultural Research**, v. 53, p. 383-394. 1936.

ULRYCHOVÁ, M.; PETRÚ, E. 1983. Isolation of some strains of *Corynebacterium fascians* (Tilford) Dowson in Czechoslovakia. **Biologia Plantarum (Praha)**, v. 25, p. 63-67.

WILLIAMS, P. H. Leafy gall of *Chrysanthemum*. **Review of Applied Mycology**, v. 12, p. 698-699, 1933.

WILLIAMS, P. H. Leafy gall of *Chrysanthemum*. **Review of Applied Mycology**, v. 13, p. 638, 1934.

VANDEPUTE, O.; ÖDEN, S.; MOL, A.; VEREECKE, D.; GOETHALS, K.; EL JAZIRI, M.; PRINSEN, E. Biosynthesis of auxin by the Gram-positive phytopathogen *Rhodococcus fascians* is controlled by compounds specific to infected plant tissues. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 71, n. 3, p. 1169-1177. 2005.

VEREECKE, D.; MESSENS, E.; KLARSKOV, K.; DE BRUYN, A.; VAN MONTAGU, M.; GOETHALS, K. Patterns of phenolic compounds in

leafy galls of tobacco. **Planta**, v. 201, p. 342-348. 1997.

VEREECKE, D.; BURSSSENS, S.; SIMÓN-MATEO, C.; INZÉ, D.; VAN MONTAGU, M.; GOETHALS, K.; JAZIRI, M. The *Rhodococcus fascians* plant interaction: morphological traits and biotechnical applications. **Planta**, v. 210, p. 241-251. 2000.

VEREECKE, D.; CORNELIS, K.; TEMMERMAN, W.; JAZIRI, M.; VAN MONTAGU, M.; HOLSTERS, M.; GOETHALS, K. Chromosomal locus that affects pathogenicity of *Rhodococcus fascians*. **Journal of Bacteriology**, v. 184, n. 4, p. 1112-1120, 2002.

WILLIAMS, P. H. Leafy gall of *Chrysanthemum*. **Review of Applied Mycology**, v. 12, p. 698-699, 1933.

WILLIAMS, P. H. Leafy gall of *Chrysanthemum*. **Review of Applied Mycology**, v. 13, p. 638, 1934.

Anexos

Tabela 1. Importação anual de plantas vivas e produtos de floricultura União Europeia (US\$).

Produto	2011	2012	2013	2014	2015
Mudas de orquídeas ornamentais	5.384.578	5.951.693	7.075.428	8.138.310	6.599.323
Rosas e seus botões, cortados para buquês, ornamentais frescos	11.131	14.174	15.710	2.520	9.319
Outras flores e seus botões, cortados para buquês, ornamentais frescos	104.405	27.314	8.495	42.585	1.937
Outras folhagens, folhas, ramos e outras partes de plantas, sem flores nem botões de flores, ervas, musgos e líquenes, para buquês ou ornamentação, frescos, secos, branqueados, tingidos, impregnados ou preparados de outro modo	-	-	2.027	-	7.585
Bulbos, tubérculos, raízes tuberosas, rebentos e rizomas em repouso vegetativo	9.674.329	9.731.371	10.809.404	9.550.311	7.347.600
Mudas de outras plantas ornamentais	1.969.275	2.743.635	2.867.934	2.959.887	2.178.977

Fonte: SECEX-MDCI (2016).

Tabela 2. Importação anual de plantas vivas e produtos de floricultura da União Europeia (kg).

Produto	2011	2012	2013	2014	2015
Mudas de orquídeas ornamentais	46.699	54.802	65.259	81.930	80.700
Rosas e seus botões, cortados para buquês, ornamentais frescos	1.243	1.096	1.447	480	1.075
Outras flores e seus botões, cortados para buquês, ornamentais frescos	8.253	2.287	645	3.333	85
Outras folhagens, folhas, ramos e outras partes de plantas, sem flores nem botões de flores, ervas, musgos e líquenes, para buquês ou para ornamentação, frescos, secos, branqueados, tingidos, impregnados ou preparados de outro modo	-	-	14	-	590
Bulbos, tubérculos, raízes tuberosas, rebentos e rizomas em repouso vegetativo	1.950.088	2.375.304	2.850.226	2.640.604	2.536.096
Mudas de outras plantas ornamentais	31.251	39.197	38.492	38.792	46.507

Fonte: SECEX-MDCI (2016).

Tabela 3. Exportação anual de plantas vivas e produtos de floricultura brasileira para o Mercosul (US\$).

Produto	2011	2012	2013	2014	2015
Bulbos, tubérculos, raízes tuberosas, rebentos e rizomas em repouso vegetativo	19.256	24.507	20.065	21.786	16.095
Bulbos, tubérculos, raízes tuberosas, rebentos e rizomas, em vegetação ou em flor; mudas, plantas e raízes de chicória	24.509	-	288	-	-
Mudas de outras plantas ornamentais	127.973	331.506	88.412	21.451	15.754
Outras flores e seus botões, cortados para buquês, ornamentais frescos	719	8.242	-	-	-

Fonte: SECEX-MDCI (2016).

Tabela 4. Exportação anual de plantas vivas e produtos de floricultura brasileira para o Mercosul (kg).

Produto	2011	2012	2013	2014	2015
Bulbos, tubérculos, raízes tuberosas, rebentos e rizomas em repouso vegetativo	6.192	7.878	5.900	6.033	6.060
Bulbos, tubérculos, raízes tuberosas, rebentos e rizomas, em vegetação ou em flor; mudas, plantas e raízes de chicória	10.001	-	115	-	-
Mudas de outras plantas ornamentais	4.459	105.557	11.431	779	556
Outras flores e seus botões, cortados para buquês, ornamentais frescos	224	1.157	-	-	-

Fonte: SECEX-MDCI (2016).



***Recursos Genéticos e
Biotecnologia***

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA